

## Bibliographic Fields

## Document Identity

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開平6-194533

(43)【公開日】

平成6年(1994)7月15日

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication Hei 6 - 194533

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

1994 (1994) July 15 days

## Public Availability

(43)【公開日】

平成6年(1994)7月15日

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

1994 (1994) July 15 days

## Technical

(54)【発明の名称】

光増幅用導波路素子

(54) [Title of Invention]

WAVEGUIDE ELEMENT FOR OPTICAL  
AMPLIFICATION

(51)【国際特許分類第5版】

G02B 6/12 A 8106-2K

M 8106-2K

6/00

【FI】

G02B 6/00 6920-2K

【請求項の数】

3

【全頁数】

3

(51) [International Patent Classification, 5th Edition]

G02B 6/12 A 8106-2K

M 8106-2K

6/00

[FI]

G02B 6/00 6920-2K

[Number of Claims]

3

[Number of Pages in Document]

3

## Filing

【審査請求】

未請求

(21)【出願番号】

特願平4-346685

(22)【出願日】

平成4年(1992)12月25日

[Request for Examination]

Unrequested

(21) [Application Number]

Japan Patent Application Hei 4 - 346685

(22) [Application Date]

1992 (1992) December 25 days

**Parties****Applicants**

(71)【出願人】

【識別番号】

000004008

【氏名又は名称】

日本板硝子株式会社

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

(71) [Applicant]

[Identification Number]

000004008

[Name]

NIPPON SHEET GLASS CO. LTD. (DB 69-055-5925 )

[Address]

Osaka Prefecture Osaka City Chuo-ku Doshu-cho 3-5-11

**Inventors**

(72)【発明者】

【氏名】

田中 一郎

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号  
日本板硝子株式会社内

(72) [Inventor]

[Name]

Tanaka Ichiro

[Address]

Inside of Osaka Prefecture Osaka City Chuo-ku Doshu-cho  
3-5-11 Nippon Sheet Glass Co. Ltd. (DB 69-055-5925 )**Agents**

(74)【代理人】

【弁理士】

【氏名又は名称】

大野 精市

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Patent Attorney]

[Name]

Ono Seiichi

**Abstract**

(57)【要約】

【目的】

偏光依存性の無い光増幅用導波路素子を提供する。

【構成】

基板中に光増幅作用を有する元素を含むか、または当該元素を含む増幅部分を備え、かつその周囲より高い屈折率を有する導波路部分を備えた光増幅用導波路素子において、導波路部分の特性が偏光方向に依存しないことを特徴とする光増幅用導波路素子。

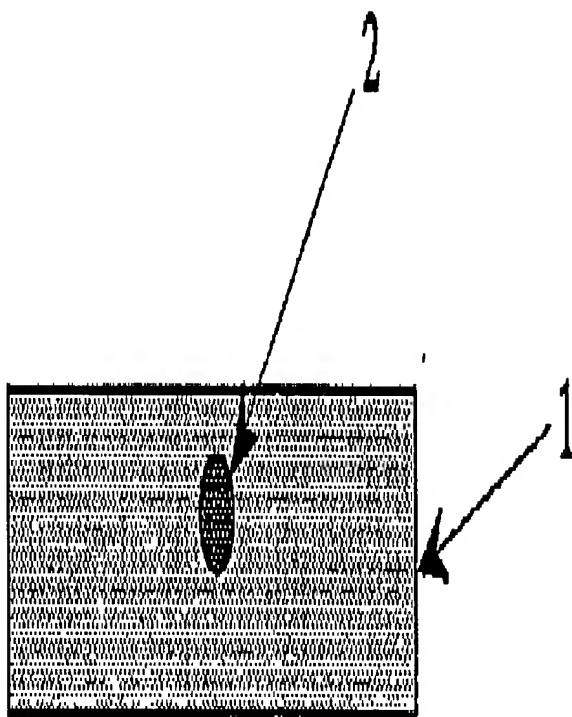
(57) [Abstract]

[Objective]

waveguide element for optical amplification which does not have polarized light dependency is offered.

[Constitution]

It includes element which possesses optical amplification action in substrate, or it has amplifying part amount which includes this said element, characteristic of waveguide portion does not depend on direction of polarization in waveguide element for optical amplification which has the waveguide portion which possesses index of refraction which at same time is higher than periphery, waveguide element. for optical amplification which is made feature



### Claims

#### 【特許請求の範囲】

##### 【請求項 1】

基板中に光増幅作用を有する元素を含むか、または当該元素を含む増幅部分を備え、かつその周囲より高い屈折率を有する導波路部分を備えた光増幅用導波路素子において、導波路部分の特性が偏光方向に依存しないことを特徴とする光増幅用導波路素子。

##### 【請求項 2】

特許請求範囲第 1 項の導波路として、ガラス基板中のナトリウムイオンを銀イオンに一部置き換えたものを使用する光増幅用導波路素子。

##### 【請求項 3】

特許請求範囲第 1 項の導波路として、導波光のニアフィールドパターンが円形であるものを使用する光増幅用導波路素子。

### Specification

#### 【発明の詳細な説明】

[0001]

#### [Claim(s)]

##### [Claim 1]

It includes element which possesses optical amplification action in substrate, or it has amplifying part amount which includes this said element, characteristic of waveguide portion does not depend on direction of polarization in waveguide element for optical amplification which has the waveguide portion which possesses index of refraction which at same time is higher than periphery, waveguide element. for optical amplification which is made feature

##### [Claim 2]

As waveguide of patent claim Claim 1, sodium ion in glass substrate waveguide element. for the optical amplification which uses those which in silver ion part are replaced

##### [Claim 3]

As waveguide of patent claim Claim 1, waveguide element. for optical amplification which uses those where near field pattern of wave conduction light is round

#### [Description of the Invention]

[0001]

## 【産業上の利用分野】

本発明は、誘導放出を利用した光増幅用システムに用いられる光導波路素子に関するものである。

【0002】

## 【従来の技術】

従来、光導波路により光増幅用素子を作製する方法としては、増幅作用を有する元素を含むガラス基板中に、2段階熱イオン交換法により光導波路を形成するものがある。

【0003】

例えば、図3に示したようにネオジウムイオンをドーピングさせたBK-7ガラス基板31にマスクを形成し、それをパターンニングした後に、まず熔融硝酸カリウム塩中で、続いて熔融硝酸ナトリウム塩中でイオン交換を行い導波路を作製した例がある。

【0004】

この場合、ガラス基板中のナトリウムイオンと熔融塩中のカリウムイオンの交換により半円状の高屈折率部分が形成され、さらに次のイオン交換により基板最表面のカリウムイオンが熔融塩中のナトリウムイオンと置き換えられて、断面が楕円形状の埋め込み導波路32が形成される。

この導波路に、励起光を入射させてネオジウムイオンを励起し、そこに信号光を入射させると誘導放出により信号光が増幅される。

【0005】

## 【発明が解決しようとする問題点】

光増幅用素子を光通信システムで使用する場合、その特性に偏光依存性がないことが要求される。

これは、光ファイバ中を信号光が伝搬するときに偏光方向が一般に保存されないため、様々な偏光状態の信号光を増幅する必要があるからである。

【0006】

ところが、従来技術のところで述べた導波路は、高屈折部分の形成にカリウムイオンとナトリウムイオンの交換を利用しているため、両者のイオン半径の差から基板表面に平行な応力が発生していること、および熱イオン交換法で作製しているため、導波路断面形状が楕円で屈折率

## [Field of Industrial Application]

As for this invention, it is something regarding optical waveguide element which is used for system for optical amplification which utilizes induced emission.

[0002]

## [Prior Art]

Until recently, in glass substrate which includes element which possesses amplifying action as method which produces element for optical amplification with optical waveguide, there are some which form optical waveguide 2-stage with the thermal ion exchange method.

[0003]

As shown in for example Figure 3, mask is formed in BK-7 glass substrate 31 which the neodymium ion doped is done, patterning after doing that, with dissolving potassium nitrate Shionaka, continuously ion exchange is done first with dissolving sodium nitrate Shionaka and there is an example which waveguide is produced.

[0004]

In this case, high index of refraction portion of semicircle is formed by sodium ion in the glass substrate and exchange of potassium ion in molten salt, potassium ion of the substrate topmost surface being replaced with sodium ion in molten salt furthermore by the following ion exchange, cross section is formed pad waveguide 32 of elliptical shape.

In this waveguide, incidence doing excitation light, when excitation it does the neodymium ion, incidence does signal light there signal light amplifying is done by induced emission.

[0005]

## [Problems to be Solved by the Invention]

When element for optical amplification is used with optical communication system, there is not a polarized light dependency in characteristic, it is required.

Because this, when signal light propagation doing in optical fiber, because the direction of polarization is not retained generally, has necessity amplifying to do the signal light of various polarized light states.

[0006]

However, as for waveguide which is expressed at place of the Prior Art, because exchange of potassium ion and sodium ion is utilized information of high bending portion, from difference of ionic radius of both parallel stress occurs in substrate surface, because and it has produced with the thermal ion exchange method, waveguide cross section shape being

分布が非対称であることから、これらに起因する偏光方向依存性が生じている。

【0007】

たとえば、このような導波路における TE, TM モードの等価屈折率には 0.001 程度の差があり、それが光増幅素子として使用した場合に両モードに対する増幅度の違いとなって現れる。

【0008】

そこで本発明は、偏光依存性のない光増幅用導波路素子を提供することを目的とする。

【0009】

【問題を解決するための手段】

上記目的は、基板中に光増幅作用を有する元素を含むか、または当該元素を含む増幅部分を備え、かつその周囲より高い屈折率を有する導波路部分を備えた光増幅用導波路素子において、導波路部分の特性が偏光方向に依存しないことを特徴とする光増幅用導波路素子にて達成される。

【0010】

さらにその導波路として、ガラス基板中のナトリウムイオンを銀イオンに一部置き換えたもの、導波光のニアフィールドパターンが円形であるものを使用する光増幅用導波路素子にて達成される。

【0011】

【作用】

本発明において使用される導波路の TE, TM モード間の等価屈折率差は、 $10^{-6}$  程度以下と小さいため、事実上偏光依存性はないものとみなせる。

したがって、偏光依存性のない導波路型光増幅素子を得ることができる。

【0012】

【実施例】

以下本発明を、実施例に基づいてさらに詳しく説明する。

ellipse, from fact that refractive index distribution is asymmetry, direction of polarization dependency which originates in these occurs.

[0007]

There is a difference of 0.001 extent in equivalent index of refraction of TE, TM mode, in this kind of waveguide of for example when that you use as optical amplification element, becoming difference of amplification for both mode, it appears.

[0008]

this invention offers waveguide element for optical amplification which does not have polarized light dependency makes objective then.

[0009]

[Means to Solve the Problems]

Above-mentioned objective includes element which possesses optical amplification action in substrate, or has amplifying part amount which includes this said element, characteristic of waveguide portion does not depend on direction of polarization is achieved with waveguide element for optical amplification which is made feature in waveguide element for optical amplification which has waveguide portion which possesses index of refraction which at the same time is higher than periphery.

[0010]

Furthermore as waveguide, sodium ion in glass substrate those which in the silver ion part are replaced. It is achieved with waveguide element for optical amplification which uses those where the near field pattern of wave conduction light is round.

[0011]

[Working Principle]

Regarding to this invention, as for equivalent refractive index difference between TE, TM mode of the waveguide which is used, because  $10^{-6}$  extent or less and it is small, in fact as for polarized light dependency you regard thing which is not, る.

Therefore, waveguide type optical amplification element which does not have polarized light dependency can be acquired.

[0012]

[Working Example(s)]

On basis of Working Example furthermore you explain below this invention, in detail.

図 1 は、本発明による光増幅用素子の断面図を示す。

基板 1 は、希土類イオンがドーピングされたガラス基板で、表面から約  $10\mu\text{m}$  以上の深さに信号光に対して単一モードな導波路 2 が埋め込まれている。

この導波路の屈折率分布は対称であり、ここを伝搬する信号光のニアフィールドパターンは、円形であることを特徴とする。

この導波路は、ナトリウムイオンと銀イオンの交換によって形成された高屈折率部分を、さらに電界イオン交換で埋め込んだもので、イオン半径の差による応力が小さく、屈折率分布が対称なために、TE, TM モード間の等価屈折率差は  $10^{-6}$  程度以下である。

【0013】

図 2 には、この素子の作製プロセスを示す。

まず、原料に酸化エルビウムを 1 重量%含むソーダガラス基板 1 の表面に、真空蒸着法あるいはスパッタ法で厚さ  $300\text{nm}$  のチタン膜マスク 3 を形成し、これにフォトリソグラフィ法によって、幅  $3\mu\text{m}$  の導波路パターン開口部 4 を開ける。

次にこの基板 1 を溶融硝酸銀塩 5 中に入れ、マスク開口部 4 から銀イオンを基板内部にイオン交換により拡散させて、断面が半円形の高屈折率部分 6 を形成する。

さらにマスク 3 を除去したのち、溶融硝酸ナトリウム塩 7 中で、電源 8 により  $150\text{V/mm}$  の電界を印加しながら、イオン交換により高屈折率部分 6 を基板 1 内に埋め込み、導波路 2 とする。

【0014】

このようにして形成した光増幅用導波路素子に、 $300\text{mW}$  の励起光(波長  $0.98\mu\text{m}$ )を入射させると同時に信号光(波長  $1.55\mu\text{m}$ )を入射させたところ、信号光に対して約  $0.5\text{dB/cm}$  の増幅作用が得られた。

また、このときの TE, TM モードに対する増幅度の差は、 $0.001\text{dB/cm}$  以下であった。

【0015】

本実施例では、イオン交換により基板に応力が生じるのを防ぐため、ナトリウムイオンと銀イオンのイオン交換により高屈折率部分を形成した

Figure 1 shows sectional view of element for optical amplification with this invention .

As for substrate 1, rare earth ion with glass substrate which doped is done, from surface single mode waveguide 2 is imbedded to depth of approximately  $10\mu\text{m}$  or greater vis-a-vis signal light.

As for refractive index distribution of this waveguide with symmetry, here propagation as for near field pattern of signal light which is done, it is a round, it makes feature.

As for this waveguide, being something which furthermore imbedded the high index of refraction portion which was formed with exchange of sodium ion and silver ion, with electric field ion exchange, stress is small in difference of ionic radius, refractive index distribution is because of symmetrical, as for equivalent refractive index difference between TE, TM mode  $10^{-6}$  extent or less.

【0013】

preparation process of this element is shown in Figure 2 .

First, in starting material in surface of soda glass substrate 1 which erbium oxide 1 weight% is included, titanium film mask 3 of thickness  $300\text{nm}$  is formed with vacuum vapor deposition method or the sputtering method, with photolithography method, waveguide pattern opening part 4 of width  $3\mu\text{m}$  is opened in this.

This substrate 1 is inserted in dissolving silver nitrate salt 5 next, from mask opening part 4 silver ion scattering is done in substrate internal with ion exchange, cross section forms high index of refraction portion 6 of semicircle.

Furthermore after removing mask 3, while in dissolving sodium nitrate salt 7, imparting doing electric field of  $150\text{V/mm}$  with power supply 8, it designates high index of refraction portion 6 as pad and waveguide 2 inside substrate 1 with ion exchange .

【0014】

When in waveguide element for optical amplification which, it formed in this way, the excitation light (wavelength  $0.98\mu\text{m}$ ) of  $300\text{mW}$  incidence is done simultaneously when incidence it does signal light (wavelength  $1.55\mu\text{m}$ ), amplifying action of approximately  $0.5\text{dB/cm}$  acquired vis-a-vis signal light.

In addition, difference of amplification for TE, TM mode of this time was  $0.001\text{dB/cm}$  or less.

【0015】

With this working example, in order to prevent fact that stress occurs in substrate due to ion exchange, high index of refraction portion was formed with ion exchange of the

が、イオン半径の近いこれ以外の組合せを使っても、同様の効果が得られることは明白である。

【0016】

例えば、カリウムイオンとタリウムイオンのイオン交換でも良い。

また、導波路の作製方法としてもイオン交換法に限られたものではなく、応力が発生しなければ CVD 法などで作製してもよい。

【0017】

【発明の効果】

本発明によれば、偏光依存性のない導波路型光増幅素子を得ることができ、これを使った光増幅素子の偏光方向依存性を除去することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例による偏光依存性のない導波路型光増幅素子の断面図である。

【図2】

本発明の作製プロセスを示す図である。

【図3】

従来の導波路型光増幅素子の断面図である。

【符号の説明】

1  
エルビウムドープガラス基板  
2  
埋め込み単一モード導波路  
3  
マスク  
31  
BK-7 ガラス基板  
32  
楕円形埋め込み導波路  
4

sodium ion and silver ion, but using combination other than this where ionic radius is close, it is clear for similar effect to be acquired.

[0016]

It is good even with ion exchange of for example potassium ion and thallium ion.

In addition, as preparation method of waveguide if and it is not something which is limited to ion exchange method and stress does not occur, it is possible to produce with CVD method etc.

[0017]

[Effects of the Invention]

According to this invention, be able to acquire waveguide type optical amplification element which does not have polarized light dependency, direction of polarization dependency of optical amplification element which used this is removed is possible.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

It is a sectional view of waveguide type optical amplification element which does not have polarized light dependency with Working Example of this invention.

[Figure 2]

It is a figure which shows preparation process of this invention.

[Figure 3]

It is a sectional view of conventional waveguide type optical amplification element.

[Explanation of Symbols in Drawings]

1  
erbium doped glass substrate  
2  
Pad single mode waveguide  
3  
mask  
31  
BK-7 glass substrate  
32  
elliptical pad waveguide  
4

パターン開口部

pattern opening part

5

5

溶融硝酸銀塩

Dissolving silver nitrate salt

6

6

高屈折率部分

high index of refraction portion

7

7

溶融硝酸ナトリウム塩

Dissolving sodium nitrate salt

8

8

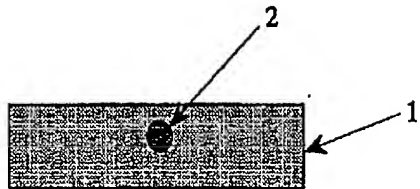
電源

power supply

## Drawings

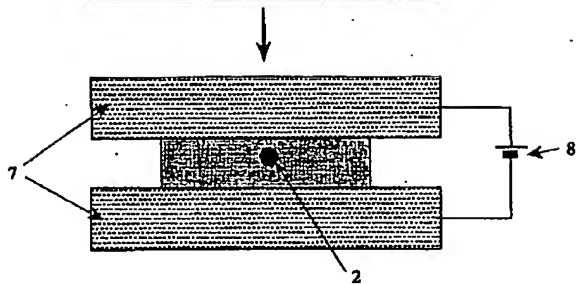
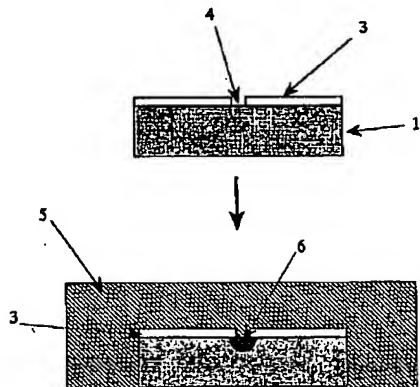
【図1】

[Figure 1]



【図2】

[Figure 2]



【図3】

[Figure 3]



JP1994194533A

1994-7-15

